



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación

Coordinadores

José Daniel Álvarez Teruel

Salvador Grau Company

María Teresa Tortosa Ybáñez

Coordinadores
José Daniel Álvarez Teruel
Salvador Grau Company
María Teresa Tortosa Ybáñez

© Del texto: los autores. 2016
© De esta edición:
Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2016

ISBN: 978-84-608-4181-4

Revisión y maquetación:
Salvador Grau Company
Daniel Gallego Hernández

23. Fenomenología y percepción en arquitectura. De la escala 1/1 a la miniaturización de los modelos físicos y virtuales

Carlos L. Marcos, Eduardo Carazo, Joel Olivares**, Jorge Domingo, Ángel Allepuz,
Pablo Juan, Justo Oliva, Ramón Maestre, Carlos Martínez, Mercedes Carbonell*

Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía. Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alicante

*Universidad de Valladolid

**Universidad Gestalt de Diseño de México

RESUMEN. Este texto presenta algunos de los aspectos investigados en el seno de la Red del curso académico 2014-2015, “Fenomenología y percepción en arquitectura. De la escala 1/1 a la miniaturización de los modelos físicos y virtuales”, que se habían planteado al constituir la misma y que suponen una cierta continuidad con las ediciones anteriores del Proyecto Redes que ha venido desarrollando un grupo de profesores en el Área de Expresión Gráfica Arquitectónica (E.G.A.) en el Grado en Arquitectura de la U.A. –ahora Fundamentos de la Arquitectura- dentro del contexto del E.E.E.S. En esta ocasión, se decidió centrar las investigaciones en torno al tema de las maquetas y los modelos virtuales como representación a escala de la arquitectura. Aprovechando la posibilidad que ofrece el programa de Redes de incluir a profesores de otras universidades que por su conocimiento en el ámbito de la investigación en los temas a abordar pudieran contribuir a enriquecer el debate en el seno de la misma decidimos invitar a los doctores Eduardo Carazo Lefort, de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid, y Joel Olivares Ruiz, de la Universidad Gestalt de Diseño de Méjico; ambos han contribuido a las labores de la red. Siguiendo con la dinámica establecida en anteriores ediciones se invitó al profesor Carazo a que planteara en el seno de la Red las experiencias docentes desarrolladas dentro del área de conocimiento de Expresión Gráfica Arquitectónica (E.G.A.) de su universidad, lo que se hizo a puerta abierta invitando a todos los profesores del área homónima de la U.A. Por otro lado, se han presentado tres comunicaciones a las XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia de la UA desarrolladas por profesores de la Red (Allepuz, Marcos 2015, Juan 2015, Marcos, Olivares 2015). La primera de ellas versa acerca de las reflexiones de Goodman o Bafna respecto del dibujo de arquitectura, su vinculación con otras manifestaciones artísticas y el análisis cognitivo de las mismas; la segunda de ellas aborda la cuestión de una enseñanza de asignaturas de E.G.A. en un contexto digital, y la tercera plantea cuestiones en relación con el enfoque cognitivo en la pedagogía de la arquitectura. Se ha decidido centrar, por ello, el discurso de esta investigación en el tema de las maquetas que servía de título a la red planteada este año.

Palabras clave: maquetas conceptuales, maquetas de ideación, modelos virtuales, impresión 3D, enfoque cognitivo.

1. INTRODUCCIÓN

Este texto ilustra el debate propiciado en el seno de la Red de Investigación en Docencia que lleva por título, “Fenomenología y percepción en arquitectura. De la escala 1/1 a la miniaturización de los modelos físicos y virtuales.”, que se ha desarrollado dentro del marco del Proyecto Redes de la U.A. durante el curso académico 2014-2015.

De acuerdo con el enfoque de las últimas ediciones de esta red se planteó la posibilidad de desarrollar iniciativas de innovación docente y profundizar en aspectos transversales que afectasen a los contenidos de varias asignaturas. Por otro lado, se ha contado con la colaboración de dos profesores invitados de otras universidades: Eduardo Carazo Lefort, de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid, y Joel Olivares Ruiz, de la Universidad Gestalt de Diseño de México. La incorporación de ambos profesores ha contribuido a impulsar la investigación en el seno de la red y también ha servido para conocer las propuestas docentes de sus respectivas escuelas lo que tiene sin duda gran interés para el profesorado de nuestra área de conocimiento enriqueciendo la perspectiva pedagógica de E.G.A. en nuestra universidad.

Para la redacción de este texto se han considerado publicaciones de referencia en la materia así como algunas otras que, por su utilidad en el contexto de esta investigación, han sido elaboradas por miembros del grupo directamente vinculadas con los objetivos planteados. Entre las referencias bibliográficas se pueden encontrar los textos en los que se apoya directamente este texto.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

2.1. Objetivos

La red ha venido funcionando y sigue haciéndolo como un foro académico para el debate y la mejora de la docencia favoreciendo la transversalidad de contenidos y competencias entre las diferentes asignaturas. Además, este debate pretende crear unas señas de identidad propias para construir un programa pedagógico global y coordinado que se vaya actualizando progresivamente a los retos planteados por el E.E.E.S. Los objetivos que se plantean son varios:

- la excelencia académica
- la actualización de contenidos
- la incorporación de nuevas tecnologías
- evitar solapes innecesarios
- enriquecer los planteamientos pedagógicos de nuestras asignaturas a partir de las experiencias de éxito logradas en otras universidades

Además de estos objetivos desarrollados en el seno de la red, este texto junto con las comunicaciones presentadas a las XIII Jornadas de Redes mencionadas en el resumen, constituyen una evidencia del objetivo general de “difundir en distintos medios los resultados de la investigación de la red”.

La consecución de los objetivos con un grado de ambición razonable nos permite afirmar que el trabajo desarrollado ha sido muy positivo.

2.2. Método y proceso de investigación

Como en ediciones anteriores, la organización de la red se ha estructurado en tres niveles: uno interno por asignatura, otro de coordinación transversal entre ellas, y un tercero en el que se han integrado las aportaciones de los profesores invitados.

Aprovechando su incorporación a la red y siguiendo con una tradición inaugurada en la edición anterior, se invitó al profesor Carazo que hiciese una exposición pormenorizada de la docencia impartida en cada una de las asignaturas del área de conocimiento E.G.A. que se imparten en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid. De este modo, los miembros de nuestra red así como todo el profesorado de nuestra área de conocimiento, que fue invitado a asistir a dicha presentación, hemos podido tener acceso a los planteamientos pedagógicos de asignaturas homólogas que sin duda enriquecen y favorecen una transversalidad más allá de las propias asignaturas del área y que es, de hecho, interuniversitaria. Esta iniciativa que ha sido valorada muy positivamente por los distintos profesores invitados hasta la fecha ha contribuido a afianzar nuestra red como foro de debate para la docencia dentro del área de conocimiento de Expresión Gráfica Arquitectónica en la titulación de arquitectura.

A continuación, nos referiremos al tema central como objeto de investigación circunscrito específicamente a la utilización de maquetas en la pedagogía de la arquitectura. Esta aproximación se realiza desde distintos enfoques para la consecución de los diversos objetivos pedagógicos que se persiguen con la utilización de las maquetas, ya sean de carácter puntual y específico en distintas asignaturas de las diferentes escuelas en las que participan los miembros de la red, como sucede con algunas asignaturas de E.G.A. de la Universidades de Alicante o de Valladolid, o de carácter transversal en la titulación siguiendo un enfoque pedagógico cognitivo, como sucede en la Universidad de Diseño Gestalt de Méjico.

2.3. MAQUETAS y PEDAGOGÍA ARQUITECTÓNICA

2.3.1. A propósito de ‘maquetas’ y ‘modelos’

Resulta pertinente empezar por realizar algunas acotaciones respecto de las acepciones que tradicionalmente se atribuyen a las palabras “maquetas” y “modelos” en el ámbito de la arquitectura; dos voces que tienen, sin duda, cierta relación entre sí y que si se consideran tanto los modelos físicos como los virtuales esta cuestión resulta aún más compleja.

En el Diccionario de la RAE (2001) se define maqueta como “Modelo plástico, en tamaño reducido, de un monumento, edificio, construcción, etc.”; y modelo como “Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo... Representación en pequeño de alguna cosa”. Aunque simplistas, ambas definiciones parecen, en principio, suficientes para el objeto de las reflexiones que

aquí se vierten. De todos modos, ambos términos han venido siendo ambivalentes, utilizándose el primero en fechas mucho más recientes que el segundo.

No obstante, si aceptamos el valor conceptual que el lenguaje va atribuyendo de forma cambiante a las palabras, es evidente que, en el español actual, cualquier reproducción tridimensional a escala de un objeto arquitectónico se denomina comúnmente maqueta; asumiendo ahora el término modelo un significado más próximo al de arquetipo –definido a su vez como “Modelo original y primario en un arte u otra cosa” – que le atribuye en primer lugar la RAE.

Todas ellas, se encontrarían ubicadas dentro de dos grandes categorías relacionadas a su vez con las dos acepciones más comunes del término; por una lado, la que deviene del inglés, *model*, que a su vez podríamos relacionar con el concepto de modelo –como esquema teórico que prefigura una realidad compleja, como anticipación del proyecto o constatación de lo que va a ser; y por el otro, la que se relaciona con la expresión francesa *maquette*, que a su vez deriva de la italiana *machia*, –como mancha, trazo, esbozo o boceto–, es decir, como elemento en desarrollo, en proceso, como análisis o estudio de algo por terminar (Álvarez 2011).

Además, con la aparición del espacio virtual surgido de la revolución digital y la construcción de modelos tridimensionales que lo habitan, la acepción de modelo queda ahora ampliada con nuevas implicaciones derivadas del hecho de su falta de materialidad –lo que lo distingue netamente de las maquetas o “modelos físicos”. Tal vez, el incuestionable auge de lo digital parece haberse apropiado del término ‘modelo’ en exclusiva, relegando la acepción de este término empleado desde siglos atrás para describir las maquetas como reproducciones a escala en madera o arcilla de la arquitectura, o incluso los vaciados de escayola como pretexto para el aprendizaje del dibujo de mancha y de la proporción. Por ello, en este texto nos referiremos preferentemente a la realidad material como ‘maquetas’ o, en su defecto, como ‘modelos físicos’, por un lado, frente a los ‘modelos digitales’ o ‘modelo virtuales’, por otro.

2.3.2. La maqueta como exploración espacial en la tradición disciplinar

Las maquetas constituyen una representación física y a escala miniaturizada del objeto arquitectónico. Si nos centramos en los aspectos propios de la exploración espacial, es decir, la utilidad de las maquetas para el desarrollo del trabajo de ideación propio de la labor del proyecto arquitectónico, podemos decir que constituye un instrumento de gran utilidad permitiendo una percepción realista de volúmenes y espacios, aunque no sin ciertas limitaciones. Por una parte, la diferencia de las relaciones dimensionales entre el observador y el modelo, y por otra, entre el modelo y el entorno de la arquitectura, problemas que se han tratado de resolver con la macrofotografía (Sainz 1990: 32).

A pesar de sus limitaciones anteriores, la elaboración de distintas maquetas durante las sucesivas fases de proyecto en los estudios de arquitectura, como método de comprobación de volumetrías, de anticipación de un objeto proyectado en miniatura o como herramienta de análisis e ideación formal, es una práctica

disciplinar habitual que puede utilizarse desde los primeros balbuceos del proyecto hasta las fases de presentación del proyecto acabado.

Aunque el empleo de modelos o maquetas se remonta muy atrás en la historia de la arquitectura (maquetas de arcilla) su empleo se generaliza a partir del Renacimiento y, sobre todo, durante el Barroco hasta llegar a nuestros días.

Las maquetas solían representar la volumetría exterior del edificio, pero también se realizaban en los periodos citados, modelos de edificios seccionados con la finalidad de anticipar la percepción de la espacialidad interior. En cierto modo, constituía un equivalente al de las axonometrías o perspectivas seccionadas que se emplean en el dibujo de arquitectura.

Estos modelos se utilizaban para explicar al promotor, que normalmente no tenía la capacidad de lectura de planos necesaria, el proyecto que se pretendía construir. No era sólo un método de análisis espacial del propio arquitecto sino un medio de comunicación y anticipación tridimensional a escala del objeto proyectado destinado a terceros.

Los tamaños de las maquetas también presentaban una gran variedad. Desde modelos de pequeñas dimensiones hasta, sobre todo en el Barroco, maquetas de gran tamaño que en ocasiones podían ocupar prácticamente una sala del edificio donde se mostraban.

El material más utilizado era la madera, que permitía facilidad en la representación de las formas y al mismo tiempo la solidez necesaria. De hecho esta tradición que viene del Renacimiento tiene que ver con el sistema de formación de los arquitectos de la época, que se iniciaban con un primer aprendizaje como escultores, pintores, canteros o carpinteros.

Figura 3. Anónimo. Maqueta del tercer proyecto de Juan de Villanueva para el Gabinete de Historia Natural. 1787. Madera de limoncillo. 66 cm x 362 cm x 94 cm. Museo Nacional del Prado. Madrid

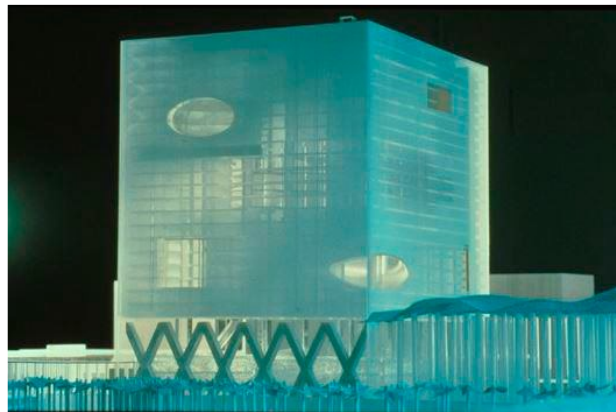


Durante el Neoclasicismo se continuó con la tradición de las maquetas en madera. En la Figura 3 podemos observar el modelo encargado por el arquitecto Juan de Villanueva para su proyecto del entonces denominado Gabinete de Historia Natural, actualmente Museo del Prado de Madrid, en 1787.

En los periodos posteriores se continúa la tradición de los modelos en los estudios de los arquitectos introduciendo nuevos materiales y nuevos sistemas de fabricación. Durante la modernidad las maquetas tuvieron un papel muy importante en los procesos de ideación espacial desarrollados sobre todo en la Bauhaus, donde la interacción entre técnica, arte y arquitectura estaba muy

presente. Esas maquetas de trabajo eran esencialmente volumétricas, destacando las geometrías simples, cúbicas o prismáticas, características del movimiento moderno, y restando importancia a los detalles o incluso llegando a eliminar los huecos de las fachadas en algunos casos. Podemos destacar entre otros el trabajo con maquetas de Mies van der Rohe o Theo Van Doesburg en muchos de sus proyectos.

Figura 4. Maqueta para el proyecto de la Biblioteca Nacional de Francia, O.M.A. (Koolhaas)



Más recientemente, Koolhaas se ha destacado por la profusión en su utilización durante las primeras décadas de producción de O.M.A., especialmente para representar aquello que los medios gráficos del momento no le permitían expresar de forma convincente, como por ejemplo en las maquetas para el proyecto de la Biblioteca Nacional de Francia (Figura 4) a propósito de la estrategia sustractiva que alumbra el proyecto y la idea de collage tridimensional. Aunque quizás el caso más paradigmático en la utilización sistemática de la maqueta como medio de ideación o expresión haya sido el de Frank Gehry, quien la ha otorgado un status insustituible en su proceso de proyecto a caballo entre lo físico y lo digital.

2.3.3. La maqueta como ideación o indagación configural en el espacio

La maqueta también puede constituir una herramienta eficaz como mecanismo de ideación, ya sea para el arquitecto o para el estudiante. El dibujo ha sido el vehículo de exploración proyectual por antonomasia en la tradición disciplinar por su precisión geométrica, su eficacia narrativa y su capacidad de sintetizar la realidad material. A pesar de ello, un dibujo no deja de ser una representación proyectiva o plana, y por ello enormemente simplificada, de una realidad tridimensional. En cambio, la maqueta es en sí misma una herramienta de trabajo en el espacio. Por ello, los ejercicios orientados a la ideación formal directamente en el espacio encuentran en la maqueta su mejor aliado.

Desde hace años se han venido planteando en distintas escuelas de arquitectura este tipo de ejercicios que se desenvuelven o pretenden indagar en una gramática de la forma en el espacio. Los ejercicios que se muestran aquí se han desarrollado en la Universidad Alfonso X el Sabio y en la Universidad de Alicante,

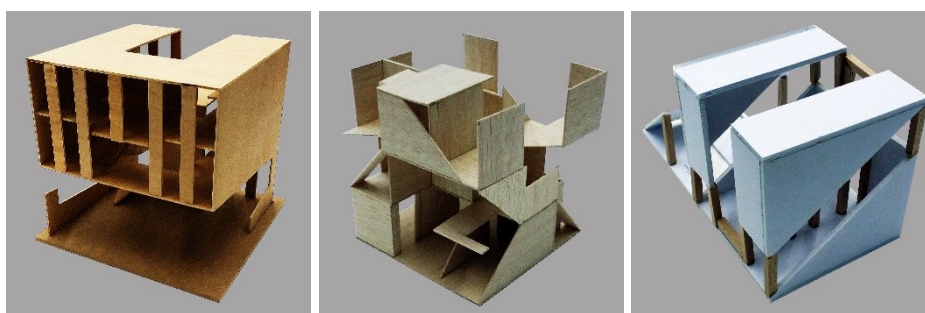
inicialmente en las asignaturas de *Análisis de Formas*, actualmente *Análisis e Ideación Gráfica* (AIG) en la U.A.

La maqueta, tal como se plantea en AIG 2, se fundamenta tanto en el uso del referente arquitectónico directo como en el inespecífico, y también en la ambivalencia de lo figurativo y concreto, frente a lo abstracto e indeterminado. La dificultad de la puesta en práctica de tal planteamiento radica en que se trata de estudiar el proceso de ideación real y de ejercitarse en él sin realizar un proyecto arquitectónico desenvolviéndose así en un ámbito fronterizo.

Se trata, pues, de maquetas de configuración de acuerdo con la definición establecida por Carazo (2011: 35) considerándolas “como elementos de trabajo, dirigidas en este caso al propio autor, durante el proceso de materialización de la idea, en busca de la solución que se plasmará finalmente en el proyecto”. Puesto que la situación del alumno no es asimilable a la del autor de un proyecto de arquitectura ya que no existe realmente tal proyecto, se trata de aproximarse a ella, utilizando una estrategia basada en el uso de contenedores configurales y de sistemas de orden, o en la combinación de ambos.

El contenedor configural se concibe como un volumen de complejidad variable—sin elementos estructurales ni estructurantes previamente asociados—que la maqueta toma como referencia obligada para desplegar en su interior una espacialidad arquitectónica o, eventualmente, para transgredirlo, pero quedando siempre visiblemente manifestado, total o parcialmente, en el resultado final. El espacio es configurado de fuera a dentro; es decir, se obtienen configuraciones espaciales a partir del conocimiento de lo exterior como hilo conductor o como detonante de la indagación formal, comprobando y valorando la riqueza de posibilidades que tal sistema permite, o incluso propicia (Figura 5).

Figura 5. Cubo. Configuraciones elementales. Alumnos: Adrián Andrés Belmonte, Eliza Neagu y Roque Hernández Such. Análisis e ideación gráfica 2, Universidad de Alicante Curso 2014-2015



La estrategia del contenedor configural es una forma de iniciar a los alumnos en la exploración del espacio arquitectónico en la que una geometría exterior es impuesta como condición de partida de forma que las posibles variaciones, aun siendo ilimitadas, queden perfectamente acotadas desde el punto de vista formal. Esta geometría, que debe ser manipulada, transformada, reelaborada o desdibujada sin llegar a perder completamente la referencia inicial del contenedor como piel, permite plantear cuestiones como son el orden, la proporción, los recorridos, la luz o el espacio. El objetivo es propiciar una iniciación a estrategias

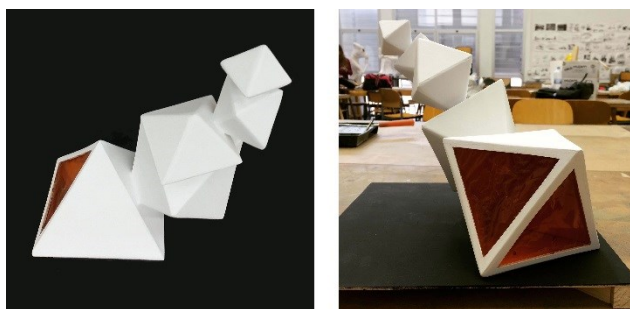
proyectuales de modo que las maquetas bien pudieran ser las primeras formas de un proyecto o, también, modelos escultóricos que se pudieran relacionar con las estrategias de colonización del espacio de Oteiza en sus *Cajas Metafísicas*.

En un sentido más netamente vinculado a la tradición de la pedagogía arquitectónica, el ejercicio del contenedor configuracional cúbico podría, en cierto modo, relacionarse con el conocido ejercicio del “*nine square grid*” auspiciado en ámbitos académicos de las escuelas norteamericanas a finales de los 50 (Eisenman 1999: 27) como problema propuesto en los talleres de proyectos en el ámbito de la arquitectura doméstica y, tensando mucho el argumento, incluso hasta con los esquemas compositivos de Durand, pero en siempre siguiendo una aproximación háptica y constructivista del espacio arquitectónico.

Obviamente el contenedor configuracional es una geometría impuesta, no necesariamente un fin en sí mismo. Así, el contenedor configuracional tampoco ha de ser siempre un cubo; cualquier geometría más o menos sencilla podría servir como detonante de la exploración espacial; lo importante es que sea una envolvente dentro de cuyos límites desarrollar una indagación formal acotada pero limitada únicamente por la imaginación del estudiante (fig.3).

Otro tipo de maquetas orientadas a la ideación con una clara vinculación a la tradición arquitectónica son aquellas basadas en los denominados sistemas de orden o de organización espacial que pretenden dotar al alumno de unos instrumentos compositivos para la organización de la forma en el espacio (Marcos 2008). Se trata de unas herramientas básicas que siempre han estado presentes en la configuración del espacio arquitectónico a lo largo de los siglos. Ching (1982) ha mostrado de forma inequívoca cómo la mayoría de estas organizaciones -lineal, central, agrupado, radial, malla— se han empleado a lo largo de la historia indistintamente de la cultura o de la época y, aún hoy, pueden ser de gran utilidad para dotar al alumno de las necesarias herramientas compositivas orientadas a la ideación arquitectónica.

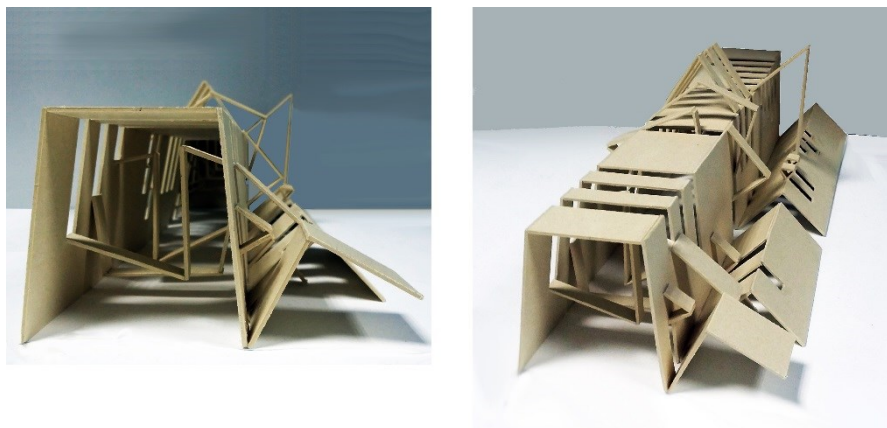
Figura 6. Organización lineal a partir de un espacio poliédrico conocido. Alumna: Beatriz Arranz Lledó. Análisis e ideación gráfica 2, Universidad de Alicante Curso 2014-2015



A diferencia de lo que sucede en el contenedor configuracional, los sistemas de orden permiten indagar tanto en configuraciones partiendo de la importancia del interior, de dentro a fuera (Figura 6), como en la resolución de las posibilidades espaciales de los contenedores configuracionales (Figura 7Figura 5). Además, tampoco prefiguran una envolvente en la que necesariamente quede acotado el

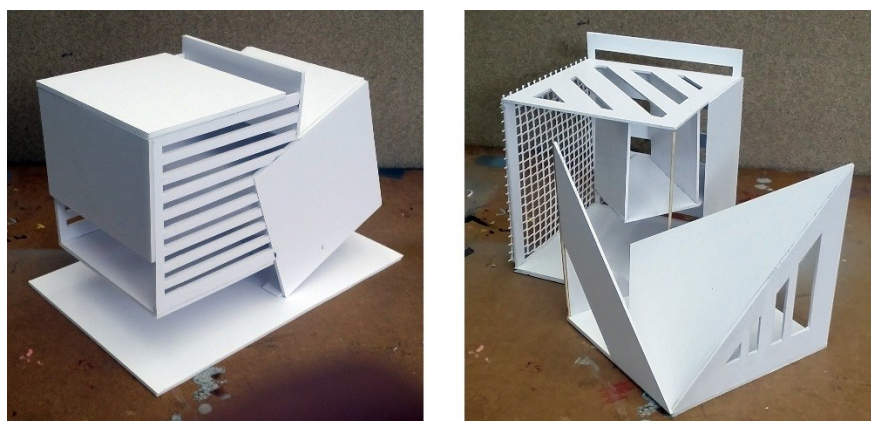
desenvolvimiento en el espacio. Sólo garantizan un sistema de relaciones coherente que permite articular las formas en el espacio a partir de un orden.

Figura 7. Organización lineal de espacios en un contenedor configuracional. Alumna: Julia Ruhkamp. Análisis e ideación gráfica 2, Universidad de Alicante Curso 2014-2015



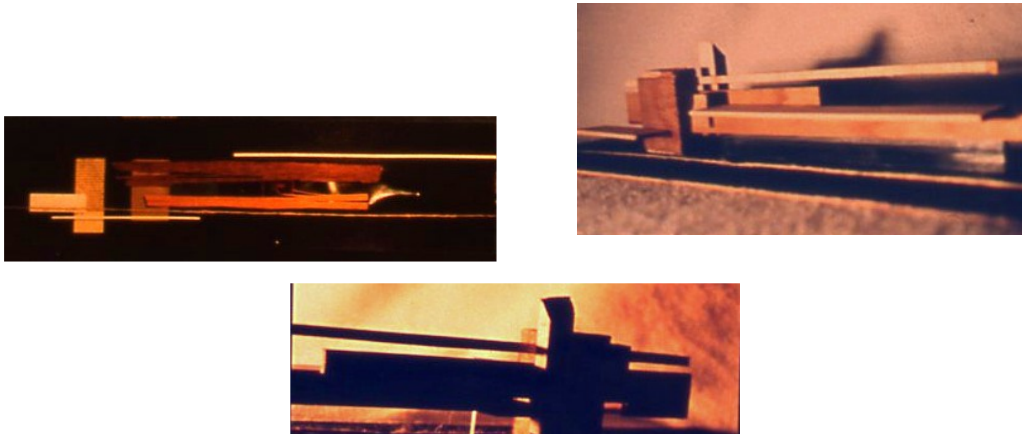
La combinación de contenedores configurables y de sistemas de orden en el espacio produce resultados de complejidad muy variable, casi siempre interesantes, lo que permite plantear ejercicios de diferentes grados de dificultad, susceptibles de adaptarse a la casuística docente de cada curso académico. En la Figura 8 puede verse un ejercicio de examen que debe realizarse un tiempo máximo de dos horas y media. En él, el alumno indaga en las posibilidades espaciales de dos contenedores configurables cúbicos –como premisa inicial, relacionándolos en este caso con un sencillo sistema de orden agrupado.

Figura 8. Organizaciones agrupadas de dos contenedores configurables cúbicos. Alumnos: Luis Javier Torrecillas Segura y Maria. Espinosa Garcia de la Serrana, Análisis e ideación gráfica 2, Universidad de Alicante Curso 2014-2015



Los resultados espaciales de estas prácticas son innegablemente el fruto de un proceso de ideación completamente análogo al que realiza un arquitecto para un proyecto en sus primeros balbuceos. Aun cuando la configuración formal se mantiene en un estadio en cierto sentido tipológico -acaso sería más adecuado hablar de topologías (Marcos 2012) especialmente en este caso, el paso o transición hacia un posible proyecto, es verdaderamente pequeño.

Figura 9. Sistema de orden lineal en dos y tres dimensiones (collage y maqueta). Alumno: Joaquín Planell Santa. Curso 2000-2001. Universidad Alfonso X el Sabio



La vinculación entre la composición en el plano y la colonización del espacio se puede establecer fácilmente a través de los sistemas de orden. Después de todo, sólo se trata de añadir una tercera dimensión al plano, un estrato más de complejidad al diseño de la forma. Un reflejo de esta voluntad podría encontrarse en la traslación que se realiza, de forma natural, desde la inicial composición plana representativa de un determinado sistema compositivo hasta su correspondiente interpretación espacial. A modo de ejemplo, la Figura 9 ilustra un sistema de orden lineal realizado sobre el plano con la técnica del collage y una transposición de ese mismo sistema a una maqueta interpretándolo en el espacio. Es evidente el referente neoplasticista de ambas realizaciones. Parte de esta pedagogía debe estar encaminada a generar en los estudiantes un imaginario rico en referencias para que, al igual que los sistemas de orden, dichas referencias formen parte de la “caja de herramientas” de diseño de los alumnos.

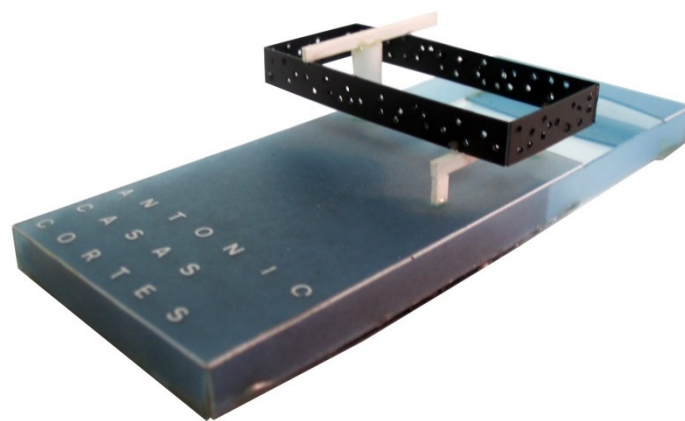
En todo caso, este tipo de ejercicios permite abordar conceptos como espacio exterior, espacio interior, espacio estático, espacio dinámico, ritmo, luz, composición, etc., lo que contribuye notablemente a preparar al alumno para las asignaturas de proyectos en las que otras capas de complejidad se deben ir superponiendo en la justificación de la forma tales como pueden ser la función, la construcción o la estructura, por mencionar sólo algunas. Así, la misión propedéutica de estos ejercicios queda, a nuestro juicio, perfectamente cumplida en cuanto que el estudiante adquiere instrumentos para acometer con suficiente seguridad, el diseño proyectual o para comprender mediante la experimentación, referentes plásticos influyentes en la arquitectura moderna, que se abordarán en *Composición* o en *Historia de la Arquitectura*. Quizás, una de las mayores virtudes de esta experimentación física del espacio sea animar a los alumnos a adquirir un sentido háptico del espacio (Pallasma 2006) que enriquezca su comprensión y percepción del mismo.

2.3.4. La maqueta conceptual como evocación de una idea arquitectónica

Desde hace años, en la E.T.S.A. de Valladolid se ha venido manteniendo un sistema pedagógico en la asignatura de Análisis de Formas Arquitectónicas II

fundamentado en un uso mixto de dibujo y maqueta, entendiendo ambos conceptos como complementarios dentro del más discutido término de la representación de la arquitectura. De modo que el análisis de diversos ejemplos domésticos de arquitectura moderna, se apoya en la realización, por parte de los estudiantes, de pequeñas maquetas conceptuales nunca mayores de 15 x 15 cm. (Figura 10 y Figura 11). Esta característica o exigencia, les dota de algunas peculiaridades: su fácil manejabilidad, su completo control formal –que las aproxima perceptualmente a la axonometría- y la dinamicidad de sus vistas –se manejan con una mano y se someten con facilidad a los efectos de la luz-, así como la facilidad para –en el ámbito docente- poder compararlas de forma colectiva con fines evaluativos.

Figura 10. Rem Koolhaas, Casa en Burdeos, Francia. Maqueta. Alumno: Antonio Casas Cortes. Universidad de Valladolid

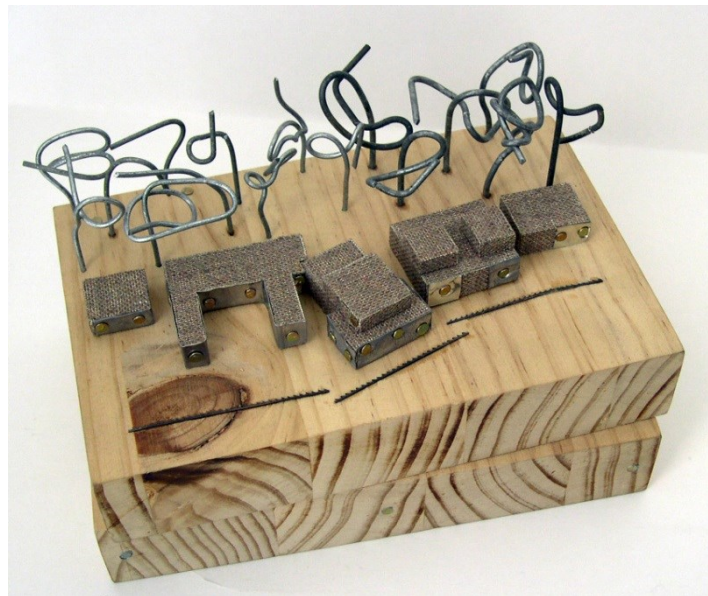


Estas maquetas presentan, además, indudables ventajas pedagógicas en tanto que evidencian las propias excelencias que mantiene este secular mecanismo arquitectónico, aquí acentuadas incluso por sus cualidades de conceptualidad y dimensionalidad prefijadas. Pretenden, sobre todo, mostrar, al menos, una idea implícita en la arquitectura analizada, seleccionada de entre la múltiple complejidad del hecho arquitectónico. Su pequeño tamaño les facilita ese acercamiento a la abstracción –alejándolas inevitablemente de la representación detallista- eliminando lo superfluo, presentándose como una síntesis, y constituyéndose, en definitiva, en la materialización física de la idea arquitectónica en su estado puro (CAMPO 2013).

Así, y con estas premisas, se han obtenido maquetas que inciden en muy diversos aspectos de objeto de análisis, dentro de un proceso clasificador y selectivo, que se aproxima, en mayor o menor medida, a los fundamentos del análisis de arquitectura y de las categorías analíticas que debe adquirir el estudiante. Son maquetas, que pretenden mostrar de forma escueta una idea, manteniendo un alto grado de abstracción; o también, maquetas que buscan abordar determinados aspectos materiales, estructurales, u otras cualidades del objeto de análisis; incluso las que tratan del emplazamiento o del lugar, con

mecanismos más o menos sutiles que pueden incluso llegar a desfigurar la casa, pero que explican muy bien su relación con el entorno y con el lugar; o aquellas que exploran más los aspectos lúdicos, bien a través de mecanismos propios de antiguos juguetes, pero que permiten hasta una lectura dinámica –inducida por el propio mecanismo que las da forma– de las cualidades que analizan; o también las que lo hacen a través de la nueva significación de juegos de mesa o, incluso, de la banalización de sistemas de montaje de conocidas cadenas internacionales de mobiliario, entendiendo el análisis como una suerte de *puzzle* tridimensional.

Figura 11. J. Hutzon. Casa en Can de lis, Mallorca, España. Maqueta. Universidad de Valladolid



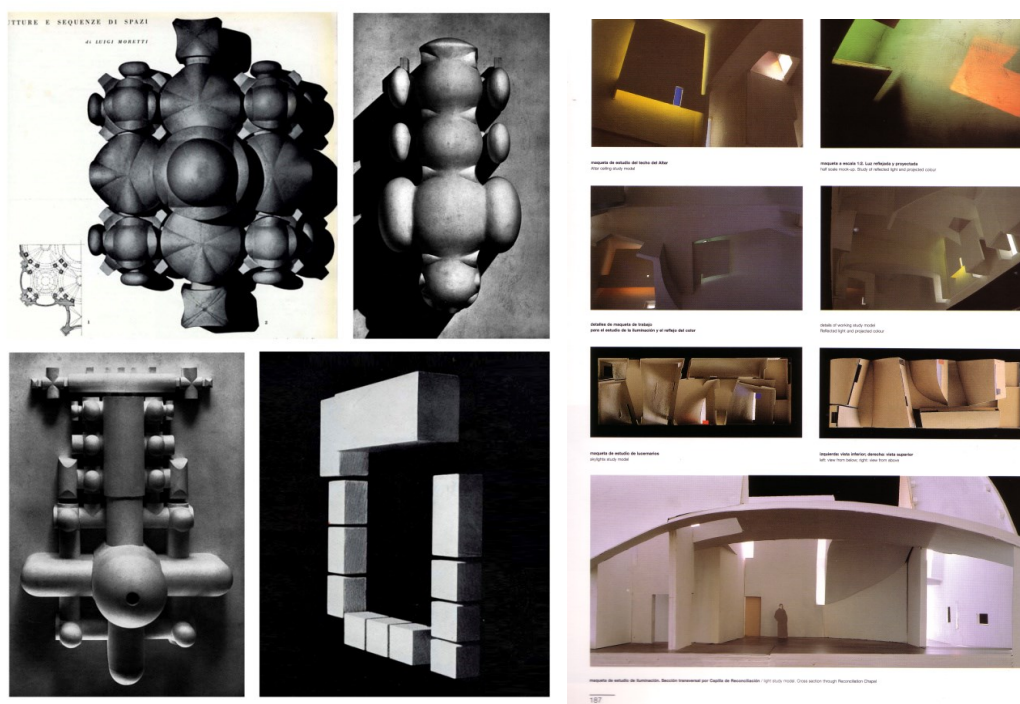
2.3.5. La maqueta como exploración preliminar sobre la naturaleza de los materiales

El hecho de construir una maqueta y que ésta sea material implica considerar en una primera y somera aproximación ciertos aspectos que vinculan de algún modo forma y materia. Cualquier proyecto, por su geometría, implica unas limitaciones materiales relacionadas con la resistencia de estos. Aunque desde Galileo es bien sabido que la escala influye en el comportamiento estructural –por el hecho de que la resistencia depende de la sección mientras el peso, y con él las solicitaciones, del volumen– incluso en la miniatura de la maqueta ciertos aspectos estructurales están presentes. Del mismo modo, igual que en la arquitectura construida no todos los materiales son adecuados dependiendo de la geometría del proyecto, también en la maqueta se verifica este hecho. Así por ejemplo, si se pretende ilustrar una estrategia sustractiva no parece que trabajar con planchas de metal sea una materialidad adecuada; trabajar con poliestireno expandido o madera, tal y como han hecho los hermanos Aires Mateus (Marcos 2009), parece más idóneo considerando unos materiales que se prestan a ser trabajados a partir de dicha génesis de la forma en el espacio.

Sin embargo, la relación establecida entre la maqueta y el material con el que se construye presenta, al menos, un aspecto problemático que se pone de manifiesto en su condición de modelo a escala. El material con el que se elabora la maqueta está presente en su escala real y por ello con las condiciones de apariencia que delatan su escala propia; particularmente el grano, la textura o el posible veteado en lo que se refiere a su apariencia visual, por un lado, y la resistencia así como su verdadera dureza, por otro. Sin embargo, el tamaño del objeto que con dicho material se configura no lo es, se trata de una representación miniaturizada. Esto plantea un problema de difícil solución y es, en general, tan generalizado e irremediable que los arquitectos evitan enfrentarse a él con todos los recursos disponibles: los modelos de yeso –con su homogénea y aséptica blancura- eran una buena muestra de ello ya desde el Renacimiento; el empleo de cartón pluma hasta cierto punto sigue un planteamiento similar.

Cuando convocamos la presencia del “material” en un discurso arquitectónico, estamos introduciendo un nuevo motivo de disensión. En un sentido laxo, dos serían, al menos, los “materiales” que deberíamos emplear en una maqueta de arquitectura: el de la envolvente y el de lo envuelto; la cáscara y el fruto. Esto no debe entenderse como un exceso resultante de un enfoque dialéctico de carácter ritual; al menos un arquitecto tan notable como Luigi Moretti no lo veía así como tampoco Rem Koolhaas. Son cincuenta años de perseverancia, de insistencia en identificar la sustancia del vacío; ese misterioso éter de sutil materia, la quintaesencia que los arquitectos modernos llamaban “espacio” y que Scruton señala como sospechoso (Scruton, 1985).

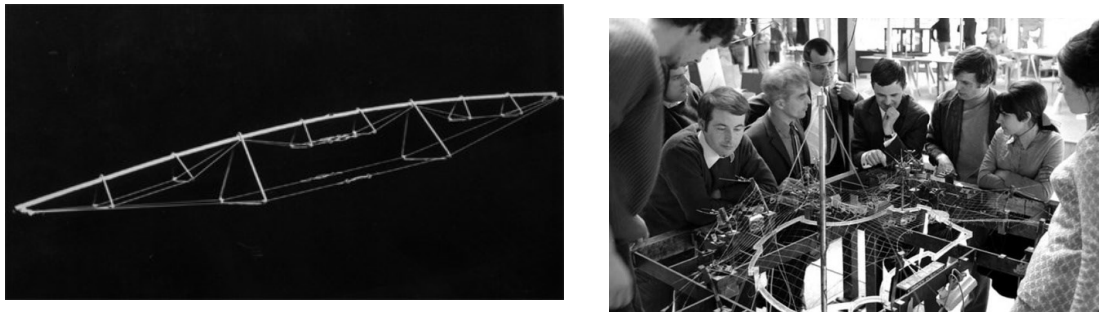
Figura 12. Maquetas de vaciados –espacios- publicadas por Luigi Moretti en la revista Spazio. Fig.XB Modelos para estudiar la iluminación cenital de la Capilla de San Ignacio. Autor: S.Holl. Fig. XC. Maquetas de lleno-vacío de la embajada de Holanda en Berlín. Autor: O.M.A



De este modo es posible ver distintas aplicaciones en relación con la materialidad de la maqueta y de los propios materiales elegidos en función de las intenciones que se pretendan con su construcción o incluso con fines puramente expresivos. A continuación enumeramos algunas de ellas convenientemente ejemplificadas:

1. La maqueta construida a efectos de comprobar o probar el cumplimiento de determinados requisitos resistentes, estructurales o funcionales de cada material; una especie de prototipo a escala sometido a las limitaciones que este tipo de comprobaciones tienen como consecuencia del efecto distorsionador de la diferencia de tamaño, con consecuencias evidentes tanto en el estado tensional y resistente, afectadas por la ley cuadrado-cubo que puso en evidencia Galileo, como se ha comentado anteriormente (Figura 13).

Figura 13. Prototipo estructural. Autor: Le Ricolais y taller de maquetas de Frei Otto

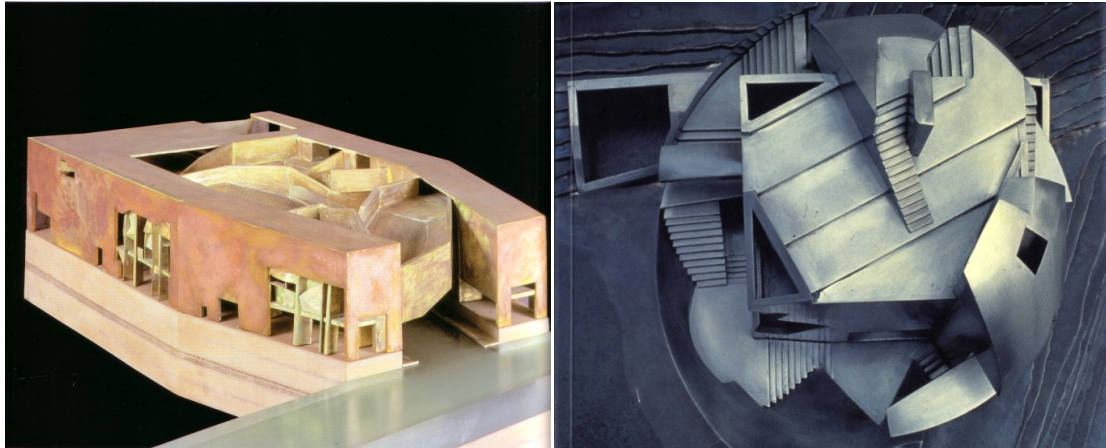


2. La maqueta elaborada con un material completamente diferente al que se pretende utilizar en su construcción y acabados reales, cuyo objetivo es distanciarnos de la condición impuesta por el mismo material, cuya escala no se puede adaptar ni en texturas, ni en vetas. A veces se utiliza para dotar a la maqueta de un carácter escultórico. (Figura 14 y Figura 15) o para discriminar y destacar un material sobre otros, un recurso especialmente adecuado en el enfoque conceptual conducente a transmitir una idea arquitectónica.

Figura 14. Geometría de la esfera aplicada a la cubrición de la Opera de Sidney. Autor: J.Utzön y maqueta para opera. Autor: J.Nouvel



Figura 15. Maqueta de concurso para palacio del cine en Venecia. Autor: S.Holl. y Maqueta de vivienda. Autor: O.Moss



3. Los modelos realizados a escala 1/1, cuyos materiales son reales –prototipos– producidos para someterlos a pruebas y ensayos de todo tipo, o para mostrar a la verdadera escala aspectos como la percepción espacial envolvente que sólo dicho tamaño en relación con el nuestro nos permite contemplar.

Figura 16. Modelo invertido de la casa fifty fifty de Mies van der Rohe y Reinterpretación del pabellón de Barcelona presentado por OMA a la trienal de arquitectura de Milan de 1986



O incluso simulaciones y reinterpretaciones de otras arquitecturas modificadas para denunciar algún hecho como en el caso de la “versión” del mítico pabellón de Barcelona en la trienal de Milán de 1986.

4. La maqueta de materiales evocadores que refuerzan algún carácter específico de la obra como la ligereza, la transparencia o la opacidad que surgen directamente de las propiedades físicas pero que se distancian del material con el que se construirá el edificio.

Figura 17. Maqueta de la mediateca de Sendai. Autor: T.Ito. y Maqueta de edificio Autor: S.Holl

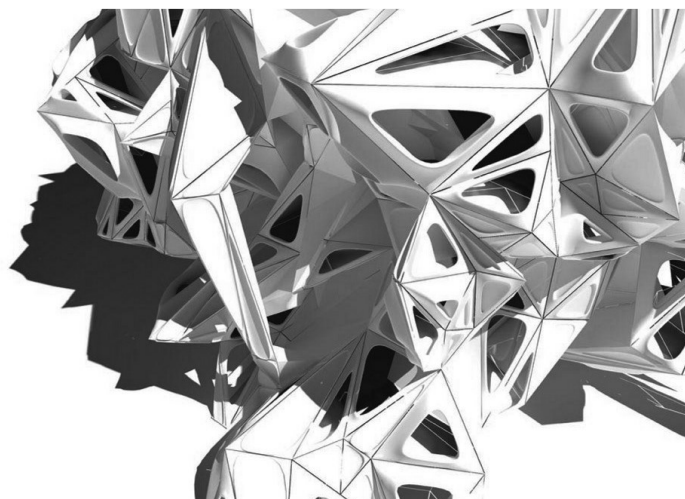


2.3.6. Maquetas, modelos virtuales e impresiones 3D

Vivimos tiempos en que todo aquello que sea virtual –digital- atrae más que lo propiamente real, es decir, que lo material. Desde este punto de vista, una racionalidad acorde a dicha realidad nos induciría a descartar la maqueta física frente a la maqueta virtual, al igual que podríamos descartar la utilización del dibujo a mano frente al dibujo por ordenador.

La confección de una maqueta de ideación difícilmente compite con la inmediatez del trazo producido por la mano en un papel. Las propias técnicas digitales de modelado 3D pueden llegar a ser más rápidas, intuitivas e inmediatas que la realización de una maqueta física; sobre todo en lo que se refiere a geometrías complejas. Es en el ámbito de la complejidad donde el modelo virtual permite representar lo que nuestra mente es capaz de imaginar (Carazo 2011: 37) de una forma inigualada por la maqueta (Figura 18). En este sentido, el modelo virtual resulta ventajoso respecto del modelo físico. Si éste depende de la herramienta informática, aquella lo hace del tipo de técnica (madera, cartón, papel, arcilla, etc.) que se utilice. El modelo virtual presenta una ventaja de principio, ya que en un proceso de toma de decisiones, la maqueta no será nunca un elemento definitivo sino que irá sufriendo modificaciones. La materialidad de la maqueta no puede competir con la reversibilidad o la editabilidad características de los modelos virtuales, y ello sin considerar el hecho de que puede ser copiada para producir tantos archivos diferentes como bifurcaciones necesarias en todo proceso de diseño sin tener que perder la parte del camino común.

Figura 18. K. Bieg, 2009, White House Redux Competition (3d Max Script)



Esta versatilidad del modelo virtual, tiene dos variables: por un lado, la estrictamente geométrica; ya que podemos modificar aspectos formales del modelo en función del proceso de proyecto. Pero también podemos cambiar, con gran rapidez, la apariencia de nuestro modelo cuando introducimos las variables matéricas de los materiales que se asignan a las partes del modelado para la elaboración de un eventual *render*. Esto a su vez tiene dos implicaciones derivadas de la diferencia entre lo físico y lo material.

En primer lugar, la maqueta física está ineludiblemente relacionada con su escala de representación, mientras que la escala del modelo digital es igualmente virtual y, por consiguiente, la podemos modificar. En segundo lugar, la maqueta no puede confeccionarse con los materiales reales de la arquitectura una vez construida mientras que al modelo virtual le podemos asociar cualquier material porque éste, viene definido por unos parámetros gráficos y matemáticos que se acoplan al modelado sin problemas, y no tienen que seguir las leyes físicas de la materia, para las cuales la escala del objeto es fundamental. Incluso una vez consignado un material a una determinada forma del modelado, podemos escalar el material sin variar la escala del modelo, multiplicando así la versatilidad de lo virtual.

Por otro lado, al ser virtual la escala del modelo virtual, la forma de percibir el objeto es diferente a la del modelo físico. Una maqueta a escala 1/100 de un edificio la percibimos desde nuestra realidad física 1/1 como seres gigantescos que observan el objeto arquitectónico desde el aire reducido 100 veces respecto de la arquitectura que representa. Por ello, más cercana a una percepción de una proyección axonométrica que a la de una cónica. No es posible emular escalarmente la percepción de la persona ante el edificio que la maqueta representa. Incluso, con el uso de micro cámaras entrarían en juego los condicionantes de la óptica de éstas que potencian los desenfoques provocados por los límites de la profundidad del campo. Por el contrario, las maquetas virtuales son susceptibles de recorrerse virtualmente por su interior, con una cámara fotográfica que ocupa un punto virtual del espacio y con un sistema óptico virtual

que no se desenfoca en ningún momento y al que podemos cambiar su distancia focal al valor que requiera cada fotografía en cada momento.

Por supuesto, las fotografías de los modelos virtuales son también virtuales: los *renders*. Como sucede con la fotografía una buena iluminación puede ser determinante en la calidad de los mismos. A veces, los modelos virtuales buscan un cierto hiperrealismo que sin la debida sensibilidad pueden caer en una “banalidad, aumentada en este caso por los efectos perniciosos de la máquina” (Carazo 2011: 37). Está claro que como todo producto automatizado que obedece a un proceso mecánico es necesario post-producirlo para que adquiera cualidades de “natural imperfección”.

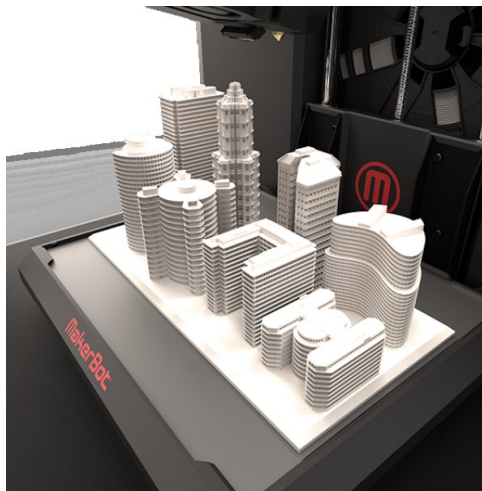
Los modelos virtuales pueden incluso estar contruidos con pequeñas imperfecciones así como asociados a una materialidad análoga a la de las maquetas. Esta sofisticación de la comunicación de la arquitectura busca camuflar su origen virtual para responder a la forma de expresión de aquellas maquetas de arquitectura de carácter conceptual que, con el paso del tiempo, han asentado una forma de representación apropiada, avalada por la práctica. Maquetas que se acercan, a partir de la síntesis, a expresar la idea fundamental del proyecto, su relación con el contexto, o que explican aspectos relevantes que se desea resaltar, como hemos comentado con anterioridad. En estos casos la simplificación de las texturas propias de la arquitectura en el modelo virtual (piedra, revoco, ladrillo, etc.) a partir de las texturas propias de la maqueta (madera, plástico, cartón, etc.) así como las simplificaciones formales necesarias a partir de las reducidas escalas utilizadas, generan unos renders que con el adecuado punto de vista resultan indistinguibles de la fotografía de una maqueta en una ironía de postproducción gráfica.

La maqueta virtual ni pesa ni tiene restricciones físicas en este sentido. Tampoco ocupa un espacio físico; sus limitaciones de almacenaje obedecen al espacio de memoria del disco duro. El cuidado de una maqueta requiere un espacio y un mantenimiento para que la maqueta no se arruine; con el tiempo puede incluso llegar a ser un estorbo molesto. La maqueta virtual es más fácil de almacenar si bien es cierto que la obsolescencia de programas e incluso de los propios dispositivos de almacenaje puede ser también un problema. Hay que tener en cuenta un mantenimiento del almacenaje informático y el hecho de que su virtualidad pueda resultar considerablemente volátil por lo que sin una copia de seguridad un simple fallo informático puede provocar su completa desaparición.

Todas estas cuestiones que acotan la relación entre los modelos virtuales y los físicos o maquetas no dejan de ser una consecuencia de la relación entre lo virtual y o material. Las maquetas con sus limitaciones tienen la fiscalidad de su presencia como baluarte y por ello permiten una manejabilidad y una experiencia háptica que resulta inalcanzable para los moradores del espacio virtual. Tal vez también esta concepción haya de ser revisada a tenor de la aparición de otra nueva tecnología vinculada al mundo digital que permite conectarlo directamente con el mundo físico que nos rodea. Un hecho que consiste en que, como en un juego de muñecas rusas, un modelo de representación se encuentra dentro de otro: la maqueta resultado de la impresión 3D.

La impresión 3D supone la representación no directamente de la realidad sino de una codificación previa de la misma. La maqueta física como resultado de una impresión 3D –maás bien habría que decir prototipado- ha sufrido un doble proceso: en primer lugar, una codificación digital atendiendo a la escala y al soporte final de la realidad; en segundo lugar, una materialización física por adición o sustracción (dependiendo de la técnica de impresión empleada). La maqueta resultado de la impresión 3D se vincula al referente del que constituye una representación miniaturizada a través de un paso intermedio -invisible pero imprescindible- que la contiene digitalizada: el modelo virtual.

Figura 19. Modelos resultado de impresiones 3D a la misma escala



Desde el punto de vista de la temporalidad, un hecho inédito se producirá a partir de la reproductibilidad del modelo 3D en el mundo físico. Mientras que en una maqueta el tiempo se encuentra anclado al de la realidad en la que se inscribe, en un modelo virtual este constante movimiento del antes y del después se relaciona con aquel tan sólo por la voluntad del arquitecto (Juan 2012). Pero una maqueta resultado de la impresión 3D se sincronizará de una manera nueva con la temporalidad. Dicha maqueta se encuentra, en tanto que objeto final, anclada al perpetuo movimiento del ahora, es decir, sujeta a las condiciones del acaecer propio de la realidad física, pero, y aquí aparece la novedad, se encuentra al margen del tiempo si la pensamos como un objeto en serie del que la impresión no es sino una muestra. Podríamos pensar que el origen de esta serie potencial no es la verdadera maqueta impresa por primera vez, sino que es en realidad el modelo virtual digitalizado y listo para ser reproducido (ser imprimido tridimensionalmente) en cualquier momento y número, ajena al envejecimiento y, por ende, fuera del tiempo.

La impresión 3D es también el final de un proceso que, al igual que la escala de representación, condicionará las características finales del modelo en función del grado de definición. Además, no será lo mismo que la maqueta se imprima por sustracción que por adición; este hecho determinará condiciones y características del germen de la impresión. La impresión 3D se evidencia como una herramienta fundamental no sólo de comunicación sino de multiplicación de un modelo. No todos los modelos digitales pueden imprimirse tridimensionalmente -al menos no

sin ciertas adecuaciones- pero todo lo que se imprime tridimensionalmente surge de un germen con una capacidad ilimitada de reproductibilidad que se deriva de las cualidades de los modelos digitales. Como vemos, la maqueta resultado de la impresión 3D es un híbrido entre ambos mundos, digital y físico, y, como tal, puede desarrollar los atractivos y valores de ambos (Figura 17). Quizás esta nueva tecnología, a medida que las impresoras 3D se vayan extendiendo y sus costes reduciendo, acabe de desbancar definitivamente a las maquetas tradicionales, si bien la manipulación física de éstas durante su ejecución será siempre un valor inalienable del *homo faber*. El desenvolvimiento en el mundo material prevalecerá siempre como valor del hacer con las propias manos, sin ratones, sin interfaces; en suma, sin prótesis interpuestas entre el autor y su obra. Y la singularidad del objeto físico nos recordará el valor de su singularidad al que hacía referencia Benjamin (1989) en el contexto de la obra de arte: “Quitarle su envoltura a cada objeto, triturar su aura, es la signature de una percepción cuyo sentido por lo igual en el mundo ha crecido tanto que incluso, por medio de la reproducción, le gana terreno a lo irrepetible”.

2.3.7. La maqueta como recurso didáctico de comprensión de la geometría

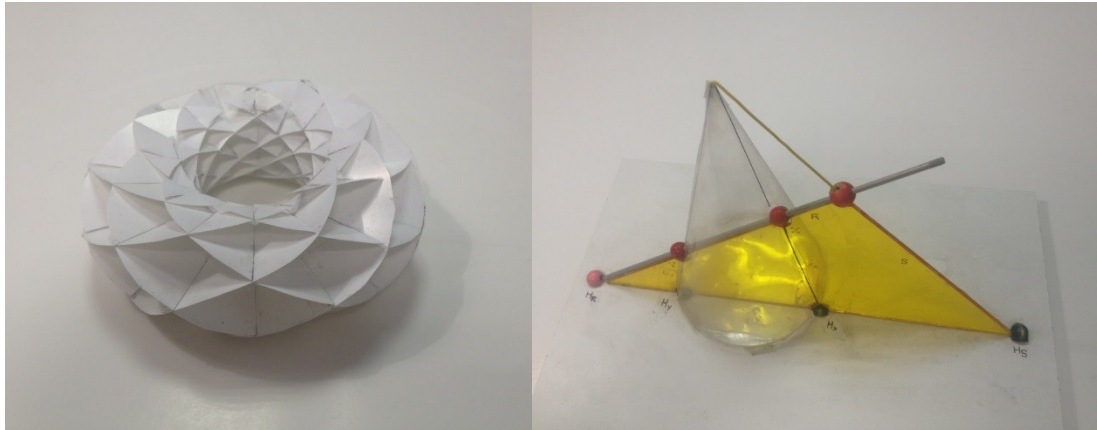
También las maquetas se han mostrado útiles como recurso didáctico para la comprensión de la geometría en el espacio, tanto en la asignatura de *Geometría Descriptiva* como en las de modelado para mostrar la relación que hay entre un objeto tridimensional y sus proyecciones sobre un plano. Así, la maqueta puede considerarse una materialización espacial que ayuda a entender los dos procesos fundamentales para el desarrollo de la capacidad espacial necesaria en la Expresión Gráfica Arquitectónica: dibujar las proyecciones ortogonales de un objeto real y deducir de unas proyecciones la forma de un objeto.

No solamente es importante que los alumnos tengan a su disposición unas maquetas reducidas de determinados volúmenes para analizar su representación. Para la propia explicación del profesor es conveniente disponer también de unas maquetas algo mayores de forma que los alumnos con menor capacidad de visión espacial puedan entender, durante la clase, determinados conceptos geométricos y facilitar de ese modo su aprendizaje.

Estas maquetas pueden ser realizadas por el profesor o por el propio alumno que aprenderá de primera mano estos conceptos al tener que construir físicamente la maqueta. La confección de la maqueta además de desarrollar una habilidad manual necesaria en nuestros estudiantes, potencia la capacidad de visión espacial imprescindible en arquitectura. Esta reflexión nos ha conducido al convencimiento de la necesidad de que los alumnos de geometría aprendan a realizar, en primer lugar, una maqueta de un tronco de prisma triangular, de generatrices perpendiculares a la base inferior y con la base superior inclinada que ayude a explicar el concepto de proyección ortogonal, de verdadera magnitud, de distancias, de pendiente, de ángulos y de coeficiente de reducción en dicha proyección. También resulta de utilidad la construcción de una maqueta de un poliedro regular, generalmente un cubo en acetato transparente con una sección principal con todos sus elementos determinantes y puntos significativos

remarcados, de un tamaño de unos 6-8 cm de lado para poder analizar sus proyecciones sobre un plano. La confección de una maqueta de un terreno construida por “bancales” de cota entera o de una cubierta inclinada con faldones de distinta pendiente y las líneas de nivel dibujadas ayudan al alumno a entender el sistema de planos acotados.

Figura 20 y 18 bis. Maquetas docentes para la ejercitación y la comprensión del espacio



En clase se pueden emplear un conjunto de varillas cilíndricas de madera con una serie de esferitas de plástico de colores convenientemente taladradas en distintos puntos de su superficie para poder introducir las varillas y de esta manera poder representar los distintos problemas de posiciones entre elementos geométricos, pertenencia, perpendicularidad, paralelismo, e intersecciones (Figura 18 bis).

Finalmente, para explicar lo que es la visión espacial y ayudar a estudiantes que no la tengan muy desarrollada además de despertar su curiosidad, es muy recomendable la utilización de los anáglifos. El conocido texto de Rudolf Schmidt (Schmidt 1983), *Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas*, consta de una colección de anáglifos que representan distintos temas conceptuales de la geometría que, gracias a la ayuda de unas gafas de filtros rojo y verde, nuestro cerebro es capaz de percibir cómo emergen del papel, constituyendo un maravilloso ejemplo de maqueta tridimensional que podríamos denominar “virtual” para mostrar a nuestros alumnos cómo podemos “ver” la maqueta donde no está a partir de una imagen de ésta proyectada sobre un papel. Algo que programas como Rhinoceros han aprovechado para utilizando este tipo de gafas ser capaces de tener una visión estereoscópica y, por ello, más real, de un modelo virtual.

2.3.8. Pedagogía del diseño arquitectónico con maquetas

En la actualidad el desarrollo de herramientas digitales como del modelado 3D ha cambiado de manera radical la enseñanza de la arquitectura, aportando velocidad, precisión, complejidad y acercamientos a la realidad del proyecto en el lugar con factores como la orientación, el soleamiento, las vistas, o el impacto ambiental, entre otros. La tendencia en las escuelas de arquitectura, debido a las

ventajas indiscutibles de los modelos virtuales frente a las maquetas, ha supuesto un declive de éstas frente a aquellos.

La pedagogía del diseño arquitectónico es compleja porque el objetivo central es desarrollar el pensamiento espacial y la imaginación. De tal manera que el instrumento metodológico de las maquetas no se reduce a la mera representación volumétrica del proyecto sino a una pedagogía fundamentada en la realización fáctica y constructiva de maquetas. La diferencia entre una maqueta finalista y una maqueta de trabajo es sustancial pues la primera, al ser representación a escala del proyecto, establece con éste una relación figurativa, es decir: representa con materiales como el cartón o la madera, etc. la geometría de lo que se pretende construir realizándose una vez que se ha decidido cómo es el proyecto; esto es, con un fin puramente representativo o comunicativo. Incluso, como ya se ha comentado con anterioridad, también pueden confeccionarse maquetas conceptuales de carácter más abstracto en las que se pretende condensar la idea fundamental del proyecto, pero casi siempre como estilización de la representación una vez resuelto el proyecto.

La maqueta de trabajo, en cambio, se representa a sí misma; no se trata tanto de una reproducción a escala sino que constituye un instrumento de comprobación con diferentes capas. En cada una de éstas predomina la intención con la que se confecciona para resolver o abordar un problema determinado dentro del proyecto. Es decir, no es propiamente una representación sino más bien un instrumento de comprobación, una herramienta más para la elaboración del proyecto en sus distintas fases. Estas maquetas de trabajo se realizan según se va desarrollando el proyecto y es así como los alumnos van adquiriendo el oficio en torno a la producción constructivista de las maquetas.

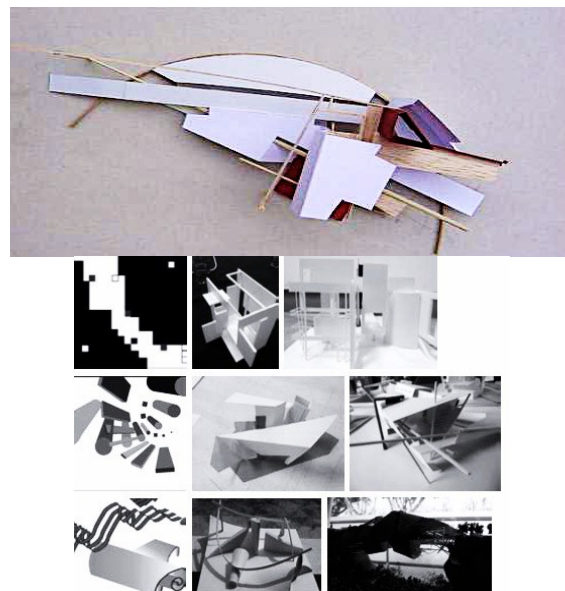
Desde el punto de vista de la percepción, ésta se desarrolla más completa cuando intervienen más sentidos, además de la vista o el tacto también la cinestesia, que sería el proceso temporal de construcción y de contemplación dinámica de lo diseñado. A diferencia de los modelos digitales, las maquetas de trabajo requieren un cierto esfuerzo físico, pero éste se traduce en una mayor concentración, dedicación y una cierta anticipación de las etapas constructivas. Además, con el uso de micro-cámaras se pueden obtener comprobaciones espaciales que se aproximen bastante a la percepción del espacio arquitectónico sorteando hasta cierto punto los problemas de percepción derivados de la miniaturización a escala.

En la Universidad Gestalt de Diseño desde el primer y segundo semestre el trabajo con maquetas de trabajo es fundamental y se orienta a las composiciones arquitectónicas. A partir del tercer semestre se aplica a proyectos arquitectónicos y, como metodología, se investiga con modelos tipológicos. El primer nivel de experimentación espacial con las maquetas se desarrolla sin dibujar previamente la definición de los espacios; se usan planos y líneas para proporcionar áreas y una vez establecidas bajo relaciones de coherencia formal se define la cubierta. Una vez definida la geometría se dibuja con los códigos gráficos propios del dibujo técnico. Las maquetas en quinto y sexto semestre se enfocan con una metodología diferente: se trabaja la volumetría solucionando primero la estructura y a partir de

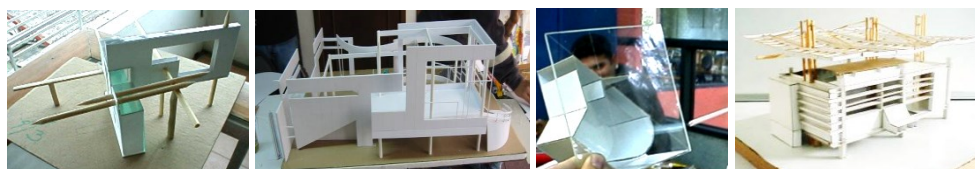
ahí se trabaja la compartimentación de los espacios y de los cerramientos. En estos semestres se trabaja con maquetas iconográficas de fenómenos como la ventilación o la iluminación considerando aspectos de sostenibilidad. El séptimo semestre se dedica a la escala urbana del proyecto arquitectónico y el octavo a la definición del proyecto ejecutivo, con aplicaciones y consideraciones de tipo socioeconómico. Durante el noveno semestre los alumnos se dedican a la experimentación y definición del proyecto incluyendo materiales y costes.

Tipos de maquetas o modelos (todos los ejemplos de Universidad de Diseño Gestalt)

Maquetas conceptuales. Las maquetas conceptuales son maquetas de ideación o configuración arquitectónica, fundamentadas en la geometría euclidiana, topológica, fractal o proyectiva. Se trata de exploraciones para resolver problemas de complejidad.



Maquetas o modelos iconográficos. Los modelos iconográficos son interpretaciones semánticas de conceptos tanto de tipos como de movimientos o bioclimáticos. Sirven para abstraer y comprobar fenómenos complejos como la manipulación del aire o de la luz, pero también en la creación de las formas arquitectónicas fundamentadas en arquetipos.



Modelos estructurales. Los modelos estructurales son comprobaciones de resistencia de sistemas tridimensionales. Son, en cierto modo, la síntesis del oficio de la arquitectura, y por ello, la ideación de las formas en función de las estructuras como enfoque educativo resulta esencial.

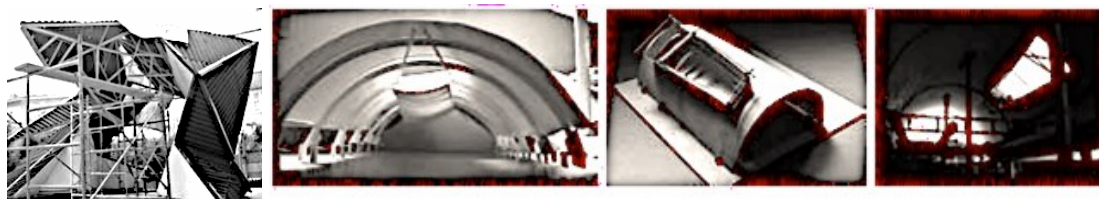


Modelos biónicos. Los modelos biónicos son interpretaciones de estructuras biológicas aplicadas a la arquitectura. La peculiaridad que tienen radica en que no puede ser una mera copia de referentes preexistentes sino que requieren desarrollar el proceso metodológico de inferencia entre dos campos distantes, lo que ayuda al proceso creativo de la innovación en clave de biomímesis.



Prototipos. Los prototipos se construyen a escala real; sirven para resolver problemas constructivos, encuentros materiales, estructuras y problemas tecnológicos. Además, desde el punto de vista fenomenológico, al tener una escala arquitectónica el espacio se percibe en su propia dimensión y la relación escalar entre sujeto y objeto arquitectónico es plena.

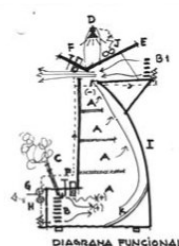
Son los más completos para aprender arquitectura porque están contruidos con materiales arquitectónicos, aunque resulta obvio que por razones de costes, ejecución y espacio no son tan fáciles de poner en práctica salvo en casos puntuales o para resolver problemas de prefabricación e industrialización.



Modelos de investigación arquitectónica. Los modelos de investigación arquitectónica son aquellos modelos iconográficos que sirven para construir instrumentos de medición, de tal manera que nos sirven para comprobar hipótesis empíricas del proyecto o nos sirven para hacer pruebas con modelos conceptuales. Por ello, podemos estudiar en ellos fenómenos bioclimáticos, como soleamientos, climatización o iluminación natural, etc.

Simulador de
Efecto chimenea y Venturi
para pérdida de calor en edificios
PINGÜINO CHIMN-1

A) Espacio habitable
B) Inyección de aire (Ventilador)
C) Inyección de humo (Buzón)
D) Simulador de calor (lámpara alógena, posición variable)
E) Plano inductivo de aire (Efecto Venturi)
F) Sistema de medición (Termómetro - Anemómetro)
G) Alimentación eléctrica (Corriente directa 12V.)
H) Controladores de ventiladores
I) Plano inductivo de aire "torneo"
J) Alimentación eléctrica (Pila)
K) Plano inductivo de recirculación de aire "torneo"



3. CONCLUSIONES

3.1. Respecto de maquetas, modelos virtuales y la pedagogía vinculada a ellos

Tanto las maquetas como los modelos virtuales tienen sus ventajas y sus inconvenientes; cada uno de ellos permite abordar cuestiones pedagógicas diferentes. Una combinación de medios materiales y digitales puede facilitar un aprendizaje más completo por parte del alumno. La impresión 3D o prototipado puede salvar la distancia que separa el espacio virtual del espacio físico, mecanizando el proceso de materialización de la forma y permitiendo su reproducción en serie.

La educación *parcelizada* en áreas y en materias con diferentes programas se puede sintetizar a través de maquetas de trabajo y la geometría subyacente, sobre todo la práctica cotidiana de los procesos constructivos. Estudios de arquitectura como los de Koolhaas o Ghery cuya obra no podría desarrollarse sin el concurso de modelos digitales, no descarta la elaboración de modelos de físicos en las etapas de ideación. El futuro con impresoras en 3D es prometedor en la arquitectura para acercarla al diseño industrial con la versatilidad del prototipado, sin embargo, en el proceso creativo es fundamental la formación fáctica.

3.2. Respecto del modelo organizativo y el formato del Proyecto Redes

Desde un punto organizativo de la red, respecto al compromiso de difusión de los resultados de la investigación, además de este texto, se han publicado tres comunicaciones diferentes en las XIII Jornadas de Redes de la U.A. vinculadas directa o indirectamente a los contenidos y los trabajos desarrollados en la red.

Sin duda, la colaboración con profesores de otras universidades es algo muy destacable y desde la propia red queremos hacer público nuestro agradecimiento a su generosa contribución en esta memoria. Creemos que la idea puede ser considerada como "modélica" y exportable a otras redes dentro del Proyecto Redes en nuestra universidad por las ventajas y las posibilidades que ofrece para difundir las propuestas de innovación docente entre las propias universidades y la mejora del sistema educativo dentro del E.E.E.S. considerado en el conjunto de la universidad española. Así nos lo han hecho saber los profesores invitados en las últimas ediciones. Proponemos a los responsables del proyecto Redes la intensificación de este formato y apuntamos la necesidad de contar con partidas

presupuestarias para fomentar este tipo de colaboraciones interuniversitarias para suplir los gastos básicos que implican.

4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Dado que la presentación de sus programas docentes de otras universidades supone una oportunidad para todo el profesorado de nuestra universidad resulta poco conveniente, aun a pesar de la actual crisis, que este tipo de iniciativas no puedan contar con el adecuado respaldo institucional de modo que estas colaboraciones interuniversitarias de claro interés para la innovación docente en nuestra universidad puedan encontrar en el futuro la adecuada financiación; será un dinero bien empleado como fomento de la innovación docente.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

El éxito del nuevo formato de red de investigación en docencia de carácter interuniversitario se ha afianzado y así hemos previsto continuar invitando en futuras ediciones a profesorado de otras universidades para que pueda contribuir a enriquecer el debate en el seno de la red y aprovechar su incorporación para mostrar a los profesores del área sus propuestas docentes, favoreciendo así la difusión de las pedagogías más exitosas fomentando relaciones en red interuniversitarias.

6. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Existe interés entre los miembros de la red de continuar con la red para que se mantenga como espacio de debate natural en el plano académico y docente de nuestra área, de forma que todas las asignaturas sigan estando representadas. Por todo ello, se prevé la continuidad de la red en el futuro.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, F. (2011), “Rastrear proyectos, contar historias” en *Diagonal* 28, 10-13.
- BENJAMIN, W. (1989). “La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica”, en *Walter Discursos Interrumpidos I*, Taurus, Buenos Aires.
- CARAZO, E. (2010), “Maqueta física, modelo virtual”. *Actas del 13 Congreso internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Valencia. U.P.V.. 177-183.
- CARAZO, E. (2011), “Maqueta o modelo digital. La pervivencia de un sistema”. *EGA, Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Nº 17, 30-41.
- CARAZO, E., Galván, N. (2014) “Aprendiendo con maquetas. Pequeñas maquetas para el análisis de arquitectura”. *EGA, Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Nº 24, 62-71.
- CAMPO BAEZA, A. (2013) “An idea in the palm of a hand”, en *Domus*, 972. pp. 10-11.
- CHING, F.D. (1982). “Forma, espacio y orden” Gustavo Gili: Barcelona.

- EISENMAN, P. (1999). "Diagram: An Original Scene of Writing" en EISENMAN, P. *Diagram Diaries*, Universe: New York.
- JUAN GUTIÉRREZ, P. (2012) "El tiempo del modelo (virtual y real) de representación de la arquitectura" en revista EGE nº9, Edita APEGA, Madrid, 2012
- MARCOS, Carlos L. (2008). « Las maquetas. Herramientas como estrategias para la ideación II » en Rabasa, E. (Ed). *Actas del XII Congreso Internacional EGA*. Madrid.
- MARCOS, C. (2009). "Materia y espacio. Metafísica en la obra de Aires Mateus y de Chillida". en revista EGA 14, pp. 192-200.
- MARCOS, C. (2012). "¿Tipologías o topologías? De las formas definidas tipológicamente" en Revista EGA, 19, pp. 102-113.
- PALLASMAA, Juhani (2006) "*Los ojos de la piel*." Barcelona: Gustavo Gili.
- SAINZ, Jorge (1990) "El dibujo de arquitectura: Teoría e historia de un lenguaje gráfico". Madrid. Editorial Nerea
- SCHMIDT, R. (1983) "Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas". Madrid. Ed. Reverte
- SCRUTON, R. (1985). "*La estética de la arquitectura*" (1ª ed.). Madrid: Alianza editorial.
- <http://www.santiagodemolina.com/2015/05/espacio-orugas-y-arquitectura.html>
- https://dougpearson.files.wordpress.com/2009/11/strutturesequenzespazi_7_9_20_107_108.pdf
- <http://takeawayarchitecture.tumblr.com/>